

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ПАТЕНТ

НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

№ 2471006

СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

Патентообладатель(ли): *Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)*

Автор(ы): *см. на обороте*

Заявка № 2011123840

Приоритет изобретения **10 июня 2011 г.**

Зарегистрировано в Государственном реестре изобретений Российской Федерации **27 декабря 2012 г.**

Срок действия патента истекает **10 июня 2031 г.**

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Б.П. Симонов



РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) **RU** (11) **2471006**

(13) **C1**

(51) МПК
C22B3/18 (2006.01)
C22B15/00 (2006.01)

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2011123840/02, 10.06.2011**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента: **10.06.2011**

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: **10.06.2011**

(45) Опубликовано: **27.12.2012**

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: **RU 2337156 C1, 27.10.2008. RU 2203336 C1, 27.04.2003. RU 2056947 C1, 27.03.1996. RU 2405048 C2, 27.11.2010. CA 2282848 A, 20.03.2001. WO 0071763 A1, 30.11.2000. EP 0522978 A1, 13.01.1993. WO 9851827 A1, 19.11.1998. US 4571387 A, 18.02.1986.**

Адрес для переписки:

199106, Санкт-Петербург, В.О., 21 линия, 2, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение ВПО "Санкт-Петербургский государственный горный университет", отдел ИС и ТТ

(72) Автор(ы):

**Теляков Наиль Михайлович (RU),
Салтыкова Светлана Николаевна (RU),
Пурэвдаш Мунхтуяа (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Санкт-Петербургский государственный горный университет" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗВЛЕЧЕНИЯ МЕДИ ИЗ СУЛЬФИДСОДЕРЖАЩЕЙ РУДЫ

(57) Реферат:

Изобретение относится к гидрометаллургическому производству меди и может быть использовано при бактериальном выщелачивании сульфидсодержащих руд. Способ извлечения меди из сульфидсодержащей руды включает дробление руды, выщелачивание меди водным раствором серной кислоты при pH 1,5-2,0 и температуре 25-30°C в присутствии тионовых бактерий с аэрацией воздуха. При этом дробление ведут до крупности руды 10-25 мм. Перед выщелачиванием сульфидсодержащую руду обрабатывают силикатными бактериями при температуре 25-30°C и pH=6-7. Техническим результатом является повышение степени извлечения меди при выщелачивании. 3 пр.

Изобретение относится к гидрометаллургическому производству и может быть использовано при бактериальной обработке культурами *Bacillus Musilagenosus* и *Thiobacillus ferrooxidans* труднообогатимых сульфидсодержащих руд цветных металлов.

Известен способ выщелачивания металлов из руд (заявка RU № 94023196, опубл. 10.04.1996), включающий обработку руды хелатообразующим раствором. В качестве хелатообразующего раствора используют водную вытяжку высших углеводных полимеров, обработанных в водном растворе в течение не менее трех суток. В качестве высших углеводных полимеров используют растительные остатки или опилки.

Недостатком данного способа являются продолжительность всего технологического цикла.

Известен комбинированный способ переработки упорного золотосодержащего сырья (заявка RU № 2003106187, опубл. 20.12.2004), включающий предварительную обработку увлажненного сырья электромагнитными импульсами. Предварительную обработку и выщелачивание обработанного сырья ведут с использованием кислого выщелачивающего раствора, содержащего смесь аутотрофных тионовых бактерий *Acidithiobacillus thiooxidans*, *Acidithiobacillus ferrooxidans* и *Leptospirillum ferrooxidans*. При этом предварительную обработку ведут при соотношении твердого к жидкому от 5:1 до 10:1 с использованием от 3 до 5% от общего количества выщелачивающего раствора, а выщелачивание ведут при соотношении твердого к жидкому от 1:3 до 1:10 при перемешивании в условиях естественной или принудительной аэрации.

Недостатком данного способа являются то, что исходный материал должен быть измельчен не менее 1 мм.

Известен способ переработки сульфидных продуктов цветных металлов, содержащих медь и никель (заявка RU № 94035845, опубл. 10.07.1996). Способ включает бактериальное выщелачивание сульфидных продуктов культурой тионовых бактерий в две стадии - при аэрации и перемешивании. Первую стадию проводят при соотношении твердой и жидкой фаз 1:(5-6) с выделением из полученной суспензии тяжелой сгущенной фракции с соотношением твердой и жидкой фаз 1:(2-4) после первой стадии, возвратом этой фракции на первую стадию, при этом оставшуюся легкую осветленную фракцию направляют на вторую стадию, которую проводят до полного окисления растворенного двухвалентного железа и снижения pH до 1,4-1,6, затем осадок отделяют от раствора и направляют на выделение серы, а раствор, содержащий медь и никель, делится на два потока в соотношении, обратном пропорциональному содержанию в нем металлов, при этом большая часть потока возвращается на первую стадию выщелачивания, а вторая поступает на выделение меди и никеля как товарных продуктов.

Недостатком данного способа является продолжительность процесса и дополнительное перемешивание, что приводит к увеличению энергозатрат.

Известен комбинированный обогатительно-бактериальный способ переработки медных руд (заявка RU № 93017913, опубл. 10.02.1996). Способ относится к радиометрической сортировке, сепарации и кучному бактериально-химическому выщелачиванию медных руд и может быть использован в горной промышленности. Способ включает транспортировку руд, их экспресс-анализ радиометрическими методами, усреднение качества руд, кучное бактериально-химическое выщелачивание и интенсификацию жизнедеятельности бактерий. В процессе радиометрической сортировки дополнительно используют кучное бактериально-химическое выщелачивание. Для этого горно-рудную массу разделяют на три сорта руд. Относительно бедную медную руду с содержанием 0,2-0,9% Cu (промежуточный продукт) направляют на бактериально-химическое выщелачивание только в летнее время, а в зимнее время промежуточный продукт складывают на сортировочной площадке для его переработки в летнее время. Обогащенный продукт с содержанием 0,9-2,5% Cu и более после усреднения качества руд направляют на флотацию. Отвальные хвосты после усреднения качества руд направляют в отвал. Используя информацию, полученную с детекторов РКС при помощи микроЭВМ, установленных на РКС и сепараторах, осуществляют операции определения объема и содержания меди, а также операции автоматического регулирования объемов горной массы промежуточного продукта, обогащенного продукта и отвалных хвостов, операции автоматического регулирования граничных содержаний сортирующих устройств и сепараторов.

Недостатком способа является продолжительность процесса подготовки руд к биовыщелачиванию, включающего транспортировку, их экспресс-анализ радиометрическими методами, усреднение качества руд и, как следствие, к длительности всего технологического цикла биовыщелачивания.

Известен «Способ чанового бактериального выщелачивания сульфидсодержащих продуктов» (пат. RU № 2337156, опубл. 27.10.2008), выбранный в качестве прототипа. Способ заключается в выщелачивании измельченного до крупности 60%, кл -0,074 мм сульфидсодержащего продукта в водном растворе серной кислоты при pH 1,5-2,0 и температуре 10-40°C. Выщелачивание проводят в присутствии ионов трехвалентного железа концентрацией 5-20 г/л, железooksисляющих бактерий концентрацией 105 кл/мл и микроэлементов с аэрацией газовой смесью воздуха и озона. Содержание озона в газовой смеси в количестве до 0,01 об.%. Раствор выщелачивания разделяют на твердую и жидкую фазы. В качестве железooksисляющих бактерий используют культуру *Thiobacillus ferrooxidans*. В качестве микроэлементов используют азот и фосфор в виде солей, а при выщелачивании дополнительно добавляют серуooksисляющие бактерии. Извлечение меди - 87%.

Недостатком данного способа являются то, что исходные сырье требует тонкого измельчения материала.

Техническим результатом является повышение степени извлечения меди из сульфидсодержащих руд при выщелачивании.

Технический результат достигается тем, что в способе извлечения меди из сульфидсодержащей руды, включающем дробление руды, выщелачивание меди водным раствором серной кислоты при pH 1,5-2,0 и температуре 25-30°C в присутствии тионовых бактерий с аэрацией воздуха, дробление ведут до крупности руды 10-25 мм, а перед выщелачиванием сульфидсодержащую руду обрабатывают силикатными бактериями при температуре 25-30°C и pH=6-7.

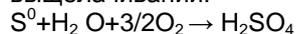
Дробление сульфидсодержащей руды до крупности 10-25 мм обеспечивает оптимальное воздействие силикатных бактерий на сульфидсодержащую руду.

Обработка дробленной сульфидсодержащей руды силикатными бактериями перед выщелачиванием улучшает вскрываемость рудных минералов (т.е. увеличивается пористость руд, уменьшается их прочность), что положительно сказывается на дальнейшем выщелачивании сульфидсодержащей руды тионовыми бактериями.

Наибольшему бактериальному воздействию (силикатным бактериям) в сульфидсодержащей руде подвержен кварц, при его разрушении увеличивается свободная поверхность рудных зерен сульфидов.

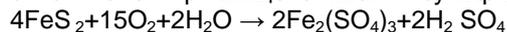
Температура 25-30°C и pH раствора 6,0-7,0 обеспечивает оптимальные условия жизнедеятельности силикатных бактерий.

При выщелачивании тионовые бактерии способствуют наиболее полному переводу металла из нерастворимой сульфидной формы в его растворимую форму сульфатов, хорошо растворимых в воде. В результате воздействия тионовых бактерий сера окисляется до серной кислоты, которую используют при выщелачивании.

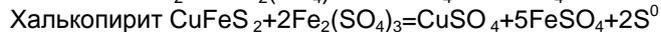


Серная кислота является реагентом, участвующим в реакции окисления сульфидов. Концентрация серной кислоты, соответствующая значению pH 1,5-2,0, позволяет обеспечить процесс окисления сульфидов, регенерацию трехвалентного железа тионовыми бактериями и одновременно соответствует значениям, при которых ионы трехвалентного железа находятся в растворе, не выпадают в осадок и окисляют сульфиды. При выщелачивании в присутствии тионовых бактерий уменьшается расход серной кислоты, а степень извлечения металла увеличивается.

При бактериальном окислении FeS_2 железо переходит в раствор в виде Fe^{3+} , который является сильным окислителем при выщелачивании сульфидных минералов.



Серноокисное окисное железо, в свою очередь, является сильным окислителем сульфидных минералов. С увеличением концентрации трехвалентного железа при выщелачивании скорость выщелачивания возрастает.



Кислород, содержащийся в подаваемом на выщелачивание воздухе, необходим для дыхания бактерий и участвует в реакции окисления бактериями сульфидсодержащей руды.

Температура при выщелачивании является одним из параметров, влияющих на интенсивность процесса и степень извлечения металла. При температуре 25-30°C создаются оптимальные условия для жизнедеятельности тионовых бактерий.

Способ осуществляют следующим образом. Сульфидсодержащую руду из отвала дробят, например, на щековой дробилке до крупности 10-25 мм. Перед выщелачиванием дробленую руду обрабатывают питательным водным раствором с минеральными солями для силикатных бактерий и при pH 6-7 и температуре 25-30. Затем полученный после воздействия силикатных бактерий рудный продукт направляют на выщелачивание водным раствором серной кислоты при pH 1,5-2,0 и температуре 25-30°C в присутствии тионовых бактерий с аэрацией воздуха. После выщелачивания производят разделение продукта выщелачивания на твердую и жидкую фазы, например, методом отстаивания или фильтрования. Твердую фазу складировать в отвал. Жидкую фазу с растворимым сульфатом меди отправляют на последующее извлечение меди, например, методом сольватной экстракции и последующего электролиза. Пример 1 (прототип). Медный сульфидсодержащий концентрат флотационного обогащения крупностью 60%, кл. -0,074 мм, содержащий 24,5% меди, подвергался чановому бактериальному выщелачиванию при перемешивании в растворе серной кислоты концентрацией, соответствующей значению pH 2,0, и трехвалентного железа концентрацией 12 г/дм³ при температуре 38°C и аэрации озono-воздушной смесью, содержащей озона 3 г/м³, с расходом 1 м³ на 1 м³ аппарата в минуту, при участии железобактериальных культур бактерий в количестве 10⁹ кл./мл. Извлечение меди за 30 часов выщелачивания составляет 56,2%, за 78 часов - 87% (за счет сильного измельчения руды), содержание меди в кеке выщелачивания - 0,91%.

Пример 2. Используют медно-молибденовую сульфидсодержащую руду следующего состава, (% по массе): Cu 0,55; Mo 0,018; S_{общ} 2,5; SiO₂ 65,5; Al₂O₃ 14,7; Fe 2,86. Масса пробы составляет 10 кг. Медно-молибденовую сульфидсодержащую руду крупностью +25 мм в емкости V=5 л подвергают обработке силикатным бактериальным раствором (А-54) при pH=6 и температуре 25°C. Время обработки силикатным бактериальным раствором составляет 60 дней. Затем проводят выщелачивание водным раствором серной кислоты и тионовыми бактериями при pH=2 и температуре 25°C с аэрацией воздуха. Концентрация тионовых бактерий составляла 10⁷ кл./мл. Время выщелачивания составляет 20 дней. Извлечение меди при выщелачивании составляет 90%.

Пример 3. Использовали медно-молибденовую сульфидсодержащую руду следующего состава: Cu - 0,55%, Mo - 0,017%, Fe - 2,86% и SiO₂ - 65%. Медно-молибденовую сульфидсодержащую руду крупностью

15 мм подвергают кучной активации, при которой дробленную руду обрабатывают силикатными бактериями при температуре 25°C, при pH=6,5. Продукт после воздействия силикатными бактериями подвергают кучному выщелачиванию водным раствором серной кислоты и тионовыми бактериями при pH=2 при температуре 25°C с аэрацией воздуха. Жидкую фазу после разделения анализируют на содержание меди в виде сульфата. Извлечение меди при выщелачивании составляет 90%. Способ позволяет повысить степень извлечения меди при выщелачивании после бактериальной обработки сульфидсодержащих руд.

Формула изобретения

Способ извлечения меди из сульфидсодержащей руды, включающий дробление руды, выщелачивание меди водным раствором серной кислоты при pH 1,5-2,0 и температуре 25-30°C в присутствии тионовых бактерий с аэрацией воздуха, отличающийся тем, что дробление ведут до крупности руды 10-25 мм, а перед выщелачиванием сульфидсодержащую руду обрабатывают силикатными бактериями при температуре 25-30°C и pH 6-7.